

Pengaruh Variasi *Holding Time* dan Temperatur Paduan Polipropilena (PP) dengan Serat Sabut Kelapa Terhadap Kekuatan Tarik dan *Bending* Pada Proses *Injection Molding*

Nurdin Akbar A¹, Yuni Hermawan²

¹ Alumni Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember

² Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember

Jl. Kalimantan 37 Jember 68121

Email: akbaralamsyah15@gmail.com

ABSTRACT

Utilization of composite materials as an alternative to metal materials in the expanding field of engineering. This is because the advantages possessed by Composite materials such as natural fibers into a lighter construction, corrosion resistance, and strength can be designed in accordance with the direction of loading. In this study, the authors make the specimen using coco fiber as a reinforcement of composite and polypropylene as a matrix with the holding time and temperature variations in the injection molding process. The purpose of this study to determine the tensile strength and bending as well as shape analysis and mikroskopis macroscopic fracture that occurs in the specimen by using a camera and microscope test equipment. Variations holding time is 7 seconds, 8 seconds, 9 seconds. Barrel temperature on the injection molding machine used is 180°C, 190°C, 200°C and injection pressure of 7 bar. Of tensile and bending test results it can be concluded that there are significant variations of holding time and temperature on the mechanical properties of the composite strength values were generated. In the holding time and temperature variations, occurring on average values of tensile strength and bending at the highest temperature holding time is 9 seconds 190°C is 11.42831 N/mm². and a temperature holding time 8 seconds 180°C ie 10,584 MPa.

Keywords: holding time, temperature, injection molding, tensile strength, bending strength

PENDAHULUAN

Pembangunan industri plastik di Indonesia dewasa ini setiap tahun meningkat dengan pesat, hal ini memerlukan bahan bangunan dalam jumlah yang sangat besar. Dalam industri plastik, para pelaku industri khususnya industri rumah tangga memproduksi barang-barang peralatan rumah tangga dengan menggunakan bahan dasar plastik. Khusus pembuatan perabotan rumah tangga dengan berbahan dasar polimer komposit mulai di kembangkan, material komposit berasal dari serat alam yang kekuatannya tidak kalah dengan material komposit pada logam. Selain itu, material komposit berbahan dasar serat alam memiliki tingkat kelenturan yang tinggi.

Sebagai negara kepulauan yang berada didaerah tropis dan kondisi agroklimat yang mendukung, Indonesia merupakan negara penghasil kelapa yang utama di dunia. Pada tahun 2009, luas areal tanaman kelapa di Indonesia mencapai 3.799.124 Ha, dengan total produksi diperkirakan sebanyak 3.257.969 ton butir kelapa mengacu pada Deptan (2002). Pemilihan bahan baku serat sabut kelapa ini didasari beberapa pertimbangan yaitu bagian dari buah kelapa yang dimanfaatkan hanya bagian dagingnya, sehingga sabut kelapanya dibuang begitu saja dan kurang dimanfaatkan[1].

Penelitian ini juga menggunakan polipropilena karena ringan (kerapatan 0,9 cm/cm³), mempunyai kekuatan tarik dari polietilena (PE), tidak mudah sobek, *permeabilitas* uap air rendah sedangkan *permeabilitas* gas

sedang, titik lelehnya tinggi mencapai 170°C, tahan terhadap asam kuat dan basa [2].

Pemanfaatan bahan komposit sebagai bahan alternatif pengganti bahan logam dalam bidang rekayasa semakin meluas. Hal ini disebabkan karena keuntungan yang dimiliki oleh bahan komposit berpenguat serat alami seperti konstruksi menjadi lebih ringan, tahan korosi, dan kekuatannya dapat didesain sesuai dengan arah pembebanan. Penggunaan serat alami untuk bahan penguat pada komposit saat ini sedang berkembang dengan pesat. Serat alami memiliki banyak keunggulan dibandingkan dengan serat sintetis antara lain ringan, dapat didaur ulang, dapat terurai oleh bakteri pembusuk, dapat diperbaharui dan mempunyai kekuatan serta kekakuan yang relative tinggi[3].

Tujuan dari penelitian ini adalah mengidentifikasi pengaruh variasi temperatur pemanasan plastik dan *holding time* terhadap produk akhir terhadap kekuatan produk.

METODOLOGI PENELITIAN

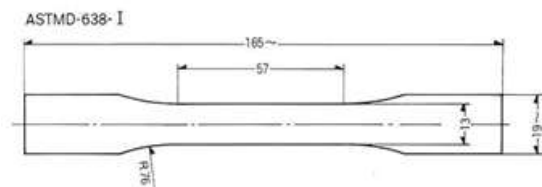
Pada penelitian ini menggunakan bahan polipropilena dan serat sabut kelapa, sedangkan untuk alat menggunakan alat *injection molding* dengan spesifikasi tipe *burkert standart*, dengan merk: *Burkert*, model: RN 350, spesifikasi kelistrikan: 220 volt, suhu: 20°C - 450°C untuk

proses pencetakan spesimen. Spesimen uji tarik dicetak menurut ASTM D638 dan spesimen uji *bending* dicetak menurut ASTM D790

Penelitian yang dilakukan adalah pembuatan komposit dengan menggunakan *polypropylene* HI10HO dengan *Tensile yield strenght* 34 Mpa dan *melting* temperatur 160 °C sebagai matriks. Kekuatan tarik serat sabut kelapa dengan diameter antara (0,18 - 0,6 mm) adalah sebesar 220 MPa, *elongation at failure* 15-25 %, modulus elastisitas 6 Gpa. . Tekanan injeksi 7 bar, persentase massa serat sabut kelapa sebesar 5% dan memvariasikan *holding time* dan temperatur yang dipakai ialah *holding time* 7 detik, 8 detik, 9 detik, dan temperatur 180°C, 190°C, 200°C.

Pada penelitian pembuatan spesimen komposit dan polipropilena murni ini memakai bantuan mesin *injection molding*. Sebelum pembuatan spesimen, menyiapkan bahannya terlebih dahulu. Bahan ditimbang sebesar 15 gram, setelah bahan tercampur, bahan campuran dimasukan ke dalam *hopper* mesin *injection molding*. Variasi *holding time* ialah 7 detik, 8 detik, 9 detik, dan temperatur *barrel* ialah 180°C, 190°C, 200°C . Tekanan udara ialah 7 bar. Spesimen diuji dengan pengujian tarik seperti Gambar 1 dan *bending* dengan dimensi panjang span = 150 mm, lebar = 15 mm, tebal = 6 mm. Setiap spesimen komposit tersebut dilakukan pengujian tarik dan *bending* dengan pembebanan maksimal 30 kN dengan pengulangan 5 kali.

A. Spesimen Uji Tarik Standart ASTM D 638



Gambar 1. Spesimen uji tarik

$$\sigma = E \cdot \epsilon$$

dimana hubungan antara beban tarik dan tegangan adalah:

$$F = \sigma \cdot A$$

dengan :

F = Beban tarik (N)

A = Luas penampang (mm²)

σ = Tegangan (MPa)

Besarnya regangan adalah jumlah pertambahan panjang karena pembebanan dibandingkan dengan panjang daerah ukur (*gage length*).

$$\epsilon = \Delta l / l_0$$

B. Spesimen Uji Bending Standart ASTM D 790

$$\sigma = \frac{M c}{I}$$

Kekuatan *bending* suatu material dapat dihitung dengan persamaan berikut:

Keterangan:

σ = Kekuatan *bending*, MPa

M = Momen, N.mm

I = Inersia, mm⁴

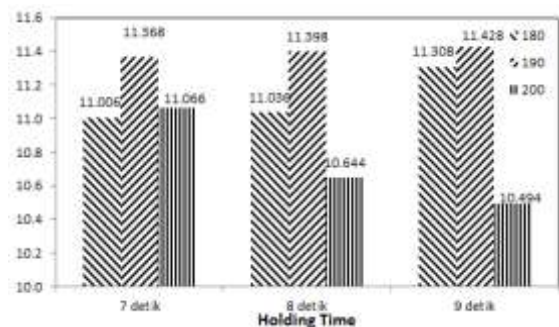
c = Jarak dari sumbu netral ke tegangan serat, mm

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Perhitungan Komposisi Komposit

Kapasitas *barrel* yang mampu untuk menampung campuran antara polipropilena (PP) dan serat sabut kelapa pada mesin injeksi molding Type Burkert Standart model RN 350 adalah 15 gram. Massa 1 spesimen PP murni sebesar 14,25 gram dan serat sebesar 0,75 gram.

Hasil Uji Tarik dan Bending

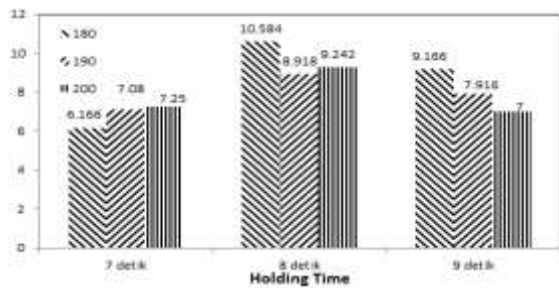


Gambar 2. Diagram kekuatan tarik rata-rata komposit

Holding time 7 detik, 8 detik, 9 detik, dan *temperature* 180°C, 190°C, 200°C akan terlihat pengaruhnya terhadap kekuatan tarik dan *bending* dari material komposit yang dihasilkan sesuai gambar grafik di bawah ini.

Pada Gambar 2, bahwa kekuatan tarik terlihat perbedaan pola pada tingkat kekuatan tarik menurut variasi *temperature*. Pada temperatur 180°C dan 190°C mempunyai pola yang sama dimana pada waktu tahan 7 detik, 8 detik, 9 detik mengalami peningkatan kekuatan tarik, dan jika ditinjau dari peningkatan kekuatan tarik pada temperature 180 dengan waktu tahan 7 detik, terus mengalami peningkatan hingga di temperature 190 dengan

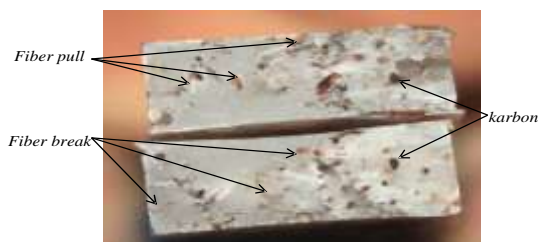
waktu tahan 9 detik. Sedangkan. Nilai kekuatan tarik tertinggi adalah 11.42831 N/mm².



Gambar 3. Diagram kekuatan *bending* rata-rata komposit

Pada Gambar 3, kekuatan *bending* rata-rata terlihat jelas perbedaan pada pola waktu tahan tetapi terdapat persamaan pada pola temperatur, dimana kekuatan *bending* tertinggi pada tiap pola dengan waktu tahan 8 detik pada variasi *temperature* 180°C. Pola pada variasi temperatur 180°C, 190°C, dan 200°C juga mengalami pola yang sama yaitu kekuatan *bending* tertinggi ada pada waktu tahan 8 detik. Nilai kekuatan *bending* tertinggi adalah 10,584 Mpa.

Pembahasan Makroskopis Nilai Pengujian Tertinggi



Gambar 4. Foto makroskopis daerah patahan spesimen uji tarik dengan *holding time* 9 detik *temperature* 190°C



Gambar 5. Foto makroskopis daerah patahan spesimen uji *bending* dengan *holding time* 8 detik *temperature* 180°C

Pada variasi *holding time* 9 detik *temperature* 190°C pada pengujian tarik. Spesimen pada variasi ini merupakan spesimen dengan nilai terbesar atau puncak dari nilai kekuatan tarik spesimen uji tarik, dikarenakan dengan *temperature* 190°C dan waktu tahan 9 detik matriks *polypropylene* dan serat sabut kelapa mengalami penggabungan (*fusion*) yang sangat baik. Matriks maupun serat menemukan *temperature* dan waktu tahan yang ideal, sehingga terbentuk solid sangat baik.

Pada variasi *holding time* 8 detik *temperature* 180°C pada pengujian *bending*. Spesimen dengan variasi ini mengalami tegangan *bending* tertinggi karena

mengalami patah elastis pada matriks *polypropylene* sehingga pada saat spesimen menerima beban *bending* dari kekuatan tarik dan tekan pada sifat elastisitas spesimen sehingga mampu menahan beban *bending*.

Pembahasan Makroskopis Nilai Pengujian Tertinggi

Pada spesimen *temperature* 200°C dengan waktu tahan (*Holding Time*) 9 detik ini memiliki nilai rata-rata kekuatan tarik sebesar 10.49354 N/mm². Secara nilai kekuatan tarik, spesimen pada variasi ini merupakan yang terkecil. Hal ini bisa dilihat pada gambar di atas bahwa banyaknya serat yang menjadi karbon karena tidak mampu menahan temperatur tinggi serta waktu tahan yang semakin lama dan banyaknya *fiber pull out* yang disertai *void* disekeliling *fiber pull out*, maka dengan demikian ikatan antara matriks dan serat pada variasi ini sangat buruk, sehingga kekuatan tarik yang dihasilkan menjadi rendah. Bentuk patahan pada spesimen ini bersifat patah getas karena patahan relative rata dan tidak adanya deformasi plastis.



Gambar 6. Foto makroskopis daerah patahan spesimen uji tarik dengan *holding time* 9 detik *temperature* 200°C



Gambar 7. Foto makroskopis daerah patahan spesimen uji *bending* dengan *holding time* 7 detik *temperature* 180°C

Pada spesimen variasi *temperature* 180°C dengan waktu tahan 7 detik ini memiliki nilai rata-rata kekuatan *bending* sebesar 6.166 Mpa, dari segi nilai, spesimen dengan variasi ini merupakan yang terkecil dari semua spesimen *bending*. Terlihat dalam gambar diatas bahwasannya terdapat void yang berbentuk lubang (*hole*) karena dalam penyuntikan (*injection*), didalam cetakan masih berkumpul oksida, sehingga pada waktu penyuntikan (*injection*) matriks dan serat, oksida di dalam cetakan sulit keluar sehingga terjebak

bersama dengan matriks dan serat. Penyebaran serat sebenarnya sudah merata, namun banyak terjadi *fiber pull out* karena ikatan antara matriks dan serat tidak sempurna karena terdapat lignin pada serat sabut kelapa sehingga pada saat dilakukan pengujian *bending*, sehingga berat serat tidak mampu menahan beban *bending* yang diterimanya.



Gambar 8. Foto Spesimen Uji *Bending* Dan Uji tarik

KESIMPULAN

Dari hasil pengujian tarik dan *bending*. Nilai rata-rata kekuatan tarik tertinggi dengan suhu 190°C waktu tahan 9 detik dengan, yaitu 11,42831 N/mm², untuk nilai kekuatan *bending* tertinggi dengan suhu 180°C waktu tahan 8 detik, yaitu 10,584 Mpa. Sedangkan untuk nilai rata-rata kekuatan pengujian tarik terendah dengan temperatur 200°C dengan waktu tahan (*Holding Time*) 9 detik ini memiliki nilai rata-rata kekuatan tarik sebesar 10.49354 N/mm², untuk nilai kekuatan *bending* terendah dengan temperatur 180°C dengan waktu tahan 7 detik ini memiliki nilai rata-rata kekuatan *bending* sebesar 6.166 Mpa.

Menurunnya nilai kekuatan spesimen uji Tarik dan *Bending* disebabkan oleh banyak faktor, antara lain timbulnya *void* atau udara yang terjebak, tidak meratanya penyebaran serat, serta jalur masuk saluran komposit yang tidak tegak lurus terhadap alur cetakan.

SARAN

Untuk penelitian selanjutnya supaya menggunakan pendingin pada cetakan, kecepatan injeksi, waktu injeksi, titik penginjeksian, serta dimensi cetakan yang vertikal agar distribusi serat merata pada saat penginjeksian

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Pertiwi, Dini., Welly Herumurti. 2010. *Studi Pemanfaatan Sabut Kelapa Sebagai Karbon Aktif Untuk Menurunkan Konsentrasi Fenol*. Jurnal Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan. Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya. Surabaya
- [2] Junus, Salahuddin. 2011. *Komposit*. UPT Penerbitan Universitas Jember. Jember.
- [3] Alvin, Christian. 2013. *Pengaruh Variasi Tekanan Injeksi Dan Temperatur Barrel Terhadap Kekuatan Impact Pada Proses Injection Moulding*. Tugas Akhir S-1, Universitas Jember. Jember.
- [4] Barr Harbor Dr, West Conshohocken, Pa 19428. *American Society for Testing and Materials Standart Test Methods for Fluxural Properties of Unreinforced and Reinforced Plastic and Electrical Insulating Materials*.
- [5] Carli., dkk. 2012. *Analisis Kekuatan Tarik dan Lentur Komposit Serat Gelas Jenis Woven dengan Matriks Epoxy dan Polyester Berlapis Simetri dengan Metoda Manufaktur Hand Lay-Up*. Jurnal Teknis Vol. 7 No. 1 : 31-35. Teknik Mesin Politeknik Negeri Semarang dan Universitas Diponegoro Semarang. Semarang.
- [6] ASTM. D 790 – 02 *Standart test methods for flexural properties of unreinforced and reinforced plastics and electrical insulating material*. Philadelphia, PA : American Society for Testing and Materials.
- [7] ASTM D 638 – 01 *Standart test method for tensile properties of plastics*. Philadelphia, PA : American Society for Testing Materials.
- [8] Surdia, Tata., dan Shinroku Saito. 1984. *Pengetahuan Bahan Teknik*. Pradnya Paramita. Jakarta.